

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В ІОТ МЕРЕЖАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

За останні роки Інтернет речей (IoT) став основою для інтеграції фізичних пристроїв через Інтернет, забезпечуючи автоматичний обмін даними та взаємодію між ними. Ця концепція широко застосовується у промисловій автоматизації, охороні здоров'я, аграрному секторі та інших галузях, де необхідно керувати даними з великої кількості пристроїв.

Розвиток IoT значно зумовлений здешевленням сенсорів, запровадженням енергоефективних протоколів зв'язку (LoRa, NB-IoT, Zigbee) та розширенням телекомунікаційної інфраструктури. Аналітичні прогнози свідчать, що до 2030 року кількість IoT-пристроїв досягне 25 мільярдів, що актуалізує потребу в інтелектуальному управлінні енергоспоживанням для розподілених мереж.

Оптимізація енергоспоживання стає критично важливим завданням у сфері IoT, особливо для пристроїв, що працюють автономно у важкодоступних умовах. Часто заміна батарей є ускладненою або економічно недоцільною, тому адаптивне керування енергоспоживанням за допомогою ШІ відкриває значні перспективи. Алгоритми ШІ здатні як передбачати навантаження, так і динамічно оптимізувати роботу пристроїв, забезпечуючи максимальну енергетичну ефективність у важливих галузях: розумні міста, екологічний моніторинг та телемедицина.

Щоб зрозуміти, як саме ШІ може бути використаний для оптимізації енергоспоживання в IoT-екосистемах, варто коротко розглянути основні типи моделей, які зазвичай застосовують для аналізу та прийняття рішень. До основних моделей штучного інтелекту належать:

- класичні алгоритми машинного навчання (Machine Learning Algorithms);
- нейронні мережі (Neural Networks);
- глибинне навчання (Deep Learning);
- навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning).

Кожен із цих підходів має свої переваги у контексті аналізу даних, прогнозування та автономного прийняття рішень, що є ключовими аспектами для IoT. В задачах оптимізації енергоспоживання часто застосовують машинне навчання для вивчення закономірностей енергоспоживання за історичними даними, а також навчання з підкріпленням для адаптації пристроїв у реальному часі. Завдяки цьому можна прогнозувати пікові періоди активності та оптимізувати енергоспоживання, налаштовуючи пристрої на економний режим роботи. Моделі навчання з підкріпленням працюють за принципом накопичення досвіду, адаптуючись до динаміки мережі через процес проб і помилок. Це дозволяє таким моделям визначати оптимальні стратегії роботи пристроїв у мережі, мінімізуючи їхнє енергоспоживання без шкоди для ефективності передачі даних. Наприклад, пристрій може вчитися відключатися під час низької активності мережі або знижувати потужність передачі, коли це можливо, підтримуючи стабільність мережі.

Іншим перспективним підходом є глибинне навчання (Deep Learning), включаючи рекурентні (RNN) та згорткові нейронні мережі (CNN), які здатні працювати з великими обсягами даних та враховувати часові залежності, що полегшує планування режимів роботи пристроїв. Незважаючи на те, що функціонування систем ШІ є енерговитратним, інтеграція ШІ для оптимізації енергоспоживання IoT-пристроїв є перспективним напрямом. ШІ здатен динамічно адаптувати режими роботи пристроїв, передбачати навантаження та оптимізувати мережеву активність, що критично важливо в умовах стрімкого зростання кількості IoT-пристроїв. Інтелектуальні системи можуть суттєво подовжити час автономної роботи обладнання.

Проведено аналіз можливостей оптимізації енергоспоживання в IoT системах за допомогою методів штучного інтелекту. Розглянуто основні алгоритми ШІ, зокрема, метод машинного навчання та глибинного навчання. Окрім цього, було розглянуто метод навчання з підкріпленням для адаптивного керування енергоспоживанням у режимі реального часу. На основі проведеного аналізу зроблено висновки про перспективи інтеграції ШІ технологій в IoT системи.

### **Список використаних джерел**

1. Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7123563>
2. AI-Powered Energy Consumption Optimization for Smart Homes Using IoT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10585239>
3. AI and IOT - What is Their Relationship and How Do They Work Together? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.totalphase.com/blog/2023/12/ai-and-iot-what-is-their-relationship-and-how-do-they-work-together/>